

## **Розробка нового покоління медичних приладів - широкосмугових ультразвукових фізіотерапевтичних випромінювачів із можливістю одночасного іонофорезу**

## **Разработка нового поколения медицинских приборов - широкополосных ультразвуковых физиотерапевтических излучателей с возможностью одновременного ионофореза**

## **Development of new generation of medical devices - broadband ultrasonic physiotherapeutic transducers with possibility of a simultaneous iontophoresis**

**1. Номер державної реєстрації теми - 0114U002485.**

**2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Дідковський В.С., Дидковский В.С., Vitaliy S. Didkovskyi.**

**3. Суть розробки, основні результати.  
(укр.)**

Розроблено метод статистичного незалежного глобального пошуку для визначення параметрів широкосмугових п'єзовипромінювачів та його програмне забезпечення. На його основі узгоджено в широкій смузі частот характеристики електроакустичного тракту терапевтичного приладу і акустичні характеристики фізичного поля людини. Вперше сформульовано принципи побудови широкосмугових п'єзовипромінювачів нового покоління: випромінювачі зі смугою 1-3 МГц, що перекриває весь діапазон ультразвукової терапії, та які реалізують комбінований з електротерапією режим лікування, повинні будуватися на основі рівнотовщинної п'єзопластини з кераміки з великими значеннями механічної добротності і коефіцієнта електромеханічного зв'язку, з одним металевим узгоджуючим шаром і двома електричними коригуючими ланками. Розроблено оригінальну кільцеву балансну схему для контролю споживаної випромінювачем електричної потужності. Розроблено оригінальну конструкцію вільного поплавкового радіометра для контролю випромінюваної терапевтичним приладом акустичної потужності. Розроблено, створено і експериментально досліджено лабораторний макет широкосмугового терапевтичного випромінювача зі смугою 1-3 МГц. Підготовлено ескізний проект технічної документації.

**(рос.)**

Разработан метод статистического независимого глобального поиска для определения параметров широкополосных пьезоизлучателей и его программное обеспечение. На его основе согласованы в широкой полосе частот характеристики электроакустического тракта терапевтического прибора и акустические характеристики физического поля человека. Впервые сформулированы принципы построения широкополосных пьезоизлучателей нового поколения: излучатели с полосой 1-3 МГц, которая перекрывает весь диапазон ультразвуковой терапии, и которые реализуют комбинированный с электротерапией режим лечения, должны строиться на основе равнотолщинной пьезопластины из керамики с большими значениями механической добротности и коэффициента электромеханической связи, с одним металлическим согласующим слоем и двумя электрическими корректирующими звеньями. Разработана оригинальная кольцевая балансная схема для контроля потребляемой излучателем электрической мощности. Разработана оригинальная конструкция свободного поплавкового радиометра для контроля излучаемой терапевтическим прибором акустической мощности. Разработан, создан и экспериментально исследован лабораторный макет широкополосного терапевтического излучателя с полосой 1-3 МГц. Подготовлен эскизный проект технической документации.

**(англ.)**

The method of statistical independent global search is developed for determination of parameters of broadband piezoelectric transducers and its software. On its basis are coordinated in a broad band of frequencies of the characteristic of an electro-acoustic path of the therapeutic device and acoustic characteristics of a physical field of the human. The principles of creation of

broadband piezoelectric transducers of new generation are for the first time formulated: transducers with a band of 1-3 MHz which blocks all range of ultrasonic therapy and which realize the treatment mode combined with electrotherapy, have to be under construction on the basis of a piezoelectric plate of equal thickness of ceramics with great values of mechanical good quality and coefficient of electromechanical communication, with one the metal coordinating layer and two electric correcting links. The original ring balance scheme is developed for control of the electric power consumed by a transducer. The original design of the free float-operated radiometer is developed for control of the acoustic power radiated by the therapeutic device. The laboratory model of a broadband therapeutic transducer with a band of 1-3 MHz is developed, created and experimentally investigated. The outline sketch of technical documentation is prepared.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

- Пат. на корисну модель 80344 Україна, МПК A61N 7/00, G01N 29/00. Випромінювач ультразвукового терапевтичного апарату / Дідковський В.С., Найда С.А., Желяскова Т.М.; - № u201213518; заявл. 26.11.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. №10/2013. <http://uapatents.com/5-80344-viprominyuvach-ultrazvukovogo-terapevtichnogo-aparatu.html>

- Пат. України МПК (2014.01) A61F 11/04. Слуховий апарат з використанням сфокусованого п'єзoeлемента для впливу на кругле віконце завитки внутрішнього вуха людини / Дідковський В.С., Найда С.А.; заявник НТУУ "КПІ".- №u201413979, заявл. 26.12.2014. <http://uapatents.com/4-99796-slukhovijj-aparat-z-vikoristannyam-sfokusovanogo-pehzoelementa-dlya-vplivu-na-krugle-vikonce-zavitki-vnutrishnogo-vukha-lyudini.html>.

- Пат. України МПК (2014.01) A61F 11/04. Кохлеарний імплантат з ультразвуковою лінією зв'язку / Дідковський В.С., Найда С.А.; заявник НТУУ "КПІ". - №u201500748, заявл. 30.01.2015. <http://uapatents.com/4-100138-kokhlearnijj-implantat-z-ultrazvukovoyu-liniehyu-zvyazku.html>.

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Рівень розробки відповідає світовому. Створено нове покоління ультразвукових медичних терапевтичних приладів з використанням синергетичного ефекту, який дозволив підвищити ефективність лікування в 2,5-4 рази. Випромінювач має смугу частот 1-3 МГц, яка дозволяє перекрити весь діапазон ультразвукової терапії, та проводити лікувальну процедуру без його переміщення, що значно підвищує безпечність і зручність процедури. Використання у конструкції випромінювача металевго узгоджуючого шару забезпечує нову можливість терапевтичних приладів: одночасно з ультразвуковою дією на тіло людини проводити процедуру іонофорезу. Для контролю контакту випромінювача зі шкірою пацієнта і для вимірювання випромінюваної дози ультразвуку використані оригінальні високочастотний ватметр та радіометр поплавкового типу.

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок**

Ефективність використання отриманих результатів визначається тим, що не застосовується тильне демпфування п'єзовипромінювача, а для розширення смуги пропускання застосовуються електричні корегувальні ланцюги та металевий перехідний шар. Це дозволяє знизити вартість приладу та підвищити його надійність і безпечність. Для визначення економічної ефективності розробки проведені розрахунки на прикладі порівняння вартості виготовлення одночастотного випромінювача та запропонованого широкосмугового випромінювача при тиражності 1000 штук:

- вартість одночастотного випромінювача складає 6,000 тис. грн.;
- вартість широкосмугового випромінювача складає 2,000 тис. грн.

Отже, вартість розробленого випромінювача нижча за базовий варіант в 3 рази. Крім того, найбільш важливі технічні характеристики (ширина смуги пропускання, нерівномірність в смугі робочих частот по акустичній потужності) п'єзовипромінювачів, створених за методологією роботи, перевищують характеристики існуючих аналогів.

**7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації):**

Міністерство охорони здоров'я України, КНДІ отоларингології ім. професора О.С.Коломийченко МОЗ України (м.Київ) для лікування лор-захворювань та захворювань вуха людини; Центр слухової реабілітації "Аврора" (м.Київ) для лікування захворювань вуха людини, Ірпінський військовий госпіталь для лікування периферичної нервової системи, опорно-рухового апарата, внутрішніх органів, стоматологічних, а також захворювань очей.

**8. Стан готовності розробки.**

Розроблено, створено і експериментально досліджено лабораторний макет широкосмугового терапевтичного випромінювача зі смугою 1÷3 МГц.. Можлива розробка дослідно-промислових зразків терапевтичного обладнання нового покоління, які можуть бути впроваджені у промислове виробництво.

**9. Існуючі результати впровадження.**

Отримані результати роботи використані при проведенні розробок ультразвукових приладів спільно з Національною медичною академією післядипломної освіти ім. П.Л.Шупика, та КНДІ "Гідроприладів" (Державний концерн "Укроборонпром").

**10. Форма участі інвестора:** частка від прибутку 20%.

**11. Обсяг інвестицій** 20,000 тис. доларів США.

**12. Мета інвестицій:** розширення виробничої бази та налагодження дослідного виробництва широкосмугових ультразвукових випромінювачів.

**13. Назва організації, телефон, E-mail**

НДІ Прикладної електроніки НТУУ "КПІ",

236-96-76, [bogdan@ee.ntu-kpi.kiev.ua](mailto:bogdan@ee.ntu-kpi.kiev.ua)

**14. Фото розробки**



Макет широкосмугового ультразвукового фізіотерапевтичного приладу

**15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки**

1. Дидковский В.С., Найда С.А., Алексеенко А.В. Широкополосные электроакустические тракты медицинских приборов. Монографія (Рекомендовано до друку Вченою Радою НТУУ "КПІ" Протокол №8 від 1 липня 2013 г.). - Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2014.- 264 с.

2. Дідковський В.С., Найда С.А., Желяскова Т.М. Фізична акустика: Підручник (Гриф надано Вченою Радою НТУУ «КПІ» (Протокол № 3 від 6 квітня 2015р.)). - К.: НТУУ «КПІ», 2015.- 329 с.
3. Дідковський В.С., Коржик О.В., Лейко О.Г., Найда С.А., Порошин С.М., Петрищев О.М. Акустичні антени. Навчальний посібник з грифом МОН України (№1/11-10183 від 17.06.2013). -К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 246 с.
4. Ультразвукові діагностичні та терапевтичні п'єзоелектричні перетворювачі: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.09.08/ Т. М. Желяскова; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - К., 2013. - 21 с.
5. Акустотермометрія біологічних об'єктів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.09.08/ К. С. Дрозденко; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - К., 2014. - 21 с.
6. Vitaliy S.Didkovskyi, S. A. Naida, O. A. Zubchenko, "Technique for rigidity determination of the materials for ossicles prostheses of human middle ear," Radioelectronics and Communications Systems, Vol. 58, No. 3, pp. 134-138, 2015. doi:[10.3103/S073527271503005X](https://doi.org/10.3103/S073527271503005X).
7. Sergey Naida, "Acoustic theory problems of speech production in the light of the discovery of the formula for the middle ear norm parameter," Proc. of IEEE 35th Int. Sc. Conf. Electronics and Nanotechnology (ELNANO), pp. 347-350, 21-24 April 2015, Kyiv, Ukraine. doi: [10.1109/ELNANO.2015.7146907](https://doi.org/10.1109/ELNANO.2015.7146907).
8. Sergey Naida, "New possibilities of the tympanoplasty after the discovery of the formula for the middle ear norm parameter," Proc. of IEEE XI-th Int. Conf. Perspective technologies and methods in MEMS design (MEMSTECH 2015), pp.96-101, 2-6 September 2015, Lviv - Polyana, Ukraine.
9. Sergey Naida, "About the efficiency and costs ratio of the hearing screening of the newborns," Proc. of IEEE XI-th Int. Conf. Perspective technologies and methods in MEMS design (MEMSTECH 2015), pp.61-65, 2-6 September 2015, Lviv - Polyana, Ukraine.